

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

**Épreuve pratique de l'enseignement de spécialité physique-chimie
Évaluation des Compétences Expérimentales**

Cette situation d'évaluation fait partie de la banque nationale.

ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

NOM :	Prénom :
Centre d'examen :	n° d'inscription :

Cette situation d'évaluation comporte **quatre** pages sur lesquelles le candidat doit consigner ses réponses. Le candidat doit restituer ce document avant de sortir de la salle d'examen.

Le candidat doit agir en autonomie et faire preuve d'initiative tout au long de l'épreuve.

En cas de difficulté, le candidat peut solliciter l'examineur afin de lui permettre de continuer la tâche.

L'examineur peut intervenir à tout moment, s'il le juge utile.

L'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé. L'usage de calculatrice sans mémoire « type collègue » est autorisé.

CONTEXTE DE LA SITUATION D'ÉVALUATION

Autrefois appelé ion hyposulfite, l'ion thiosulfate, de formule $S_2O_3^{2-}$, a été utilisé comme antidote contre l'intoxication au cyanure ou d'autres armes chimiques lors de la Première Guerre mondiale.

En milieu acide, cet ion se transforme en soufre et en dioxyde de soufre. Lors de cette transformation modélisée par une réaction d'oxydoréduction, on dit que l'ion thiosulfate se dismute, car il joue à la fois le rôle de l'oxydant et du réducteur.

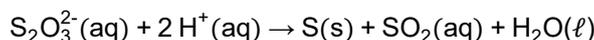
Cette transformation chimique est suffisamment lente pour que l'évolution du système soit observable à l'œil nu.

Le but de cette épreuve est de suivre l'évolution au cours du temps de la concentration en ion thiosulfate lors de sa dismutation.

INFORMATIONS MISES À DISPOSITION DU CANDIDAT

Dismutation de l'ion thiosulfate

L'ion thiosulfate $S_2O_3^{2-}$ réagit avec les ions hydrogène H^+ .
Cette transformation est modélisée par la réaction d'oxydoréduction d'équation :



Au cours de cette transformation lente, les particules de soufre $S(s)$ qui se forment restent en suspension et rendent progressivement le milieu opaque.

Suivi de la transformation par conductimétrie

La cinétique de la réaction de dismutation de l'ion thiosulfate peut être suivie par conductimétrie.

En mesurant la conductivité σ du milieu au cours du temps, on peut en déduire la concentration en ions thiosulfate $S_2O_3^{2-}$ restants grâce à la relation :

$$[S_2O_3^{2-}] = \frac{C_2 \cdot V_2}{V_{tot}} \cdot \frac{(\sigma_0 - \sigma) \times 10^{-4}}{(\lambda_{S_2O_3^{2-}} + 2 \cdot \lambda_{H^+})}$$

avec $[S_2O_3^{2-}]$: concentration en ions thiosulfate $S_2O_3^{2-}$ dans le milieu à un instant t (en $mol \cdot L^{-1}$)
 C_2 : concentration en thiosulfate de sodium dans la solution utilisée, notée S_2 (en $mol \cdot L^{-1}$)
 V_2 : volume de solution S_2 utilisée (en mL)
 V_{tot} : volume total du milieu (en mL)
 σ : conductivité du milieu à un instant t (en $mS \cdot cm^{-1}$)
 σ_0 : conductivité du milieu à l'instant initial t_0 (en $mS \cdot cm^{-1}$)
 $\lambda_{S_2O_3^{2-}}$: conductivité ionique molaire de l'ion thiosulfate $S_2O_3^{2-}$ (en $S \cdot m^2 \cdot mol^{-1}$)
 λ_{H^+} : conductivité ionique molaire de l'ion hydrogène H^+ (en $S \cdot m^2 \cdot mol^{-1}$)

Vitesse volumique de disparition d'un réactif

La vitesse volumique de disparition d'un réactif R à un instant t est égale à :

$$v_{disp, R} = - \frac{d[R]}{dt}$$

avec $[R]$: concentration en quantité de matière du réactif R (en $mol \cdot L^{-1}$).

Données utiles

Conductivités ioniques molaires λ :

- Ion thiosulfate $S_2O_3^{2-}$: $\lambda_{S_2O_3^{2-}} = 1,748 \times 10^{-2} S \cdot m^2 \cdot mol^{-1}$
- Ion H^+ : $\lambda_{H^+} = 3,498 \times 10^{-2} S \cdot m^2 \cdot mol^{-1}$
- Pictogrammes de sécurité pour une solution d'acide chlorhydrique :



TRAVAIL À EFFECTUER

1. Préparation de la solution d'acide chlorhydrique nécessaire (10 minutes conseillées)

On dispose d'une solution S_0 d'acide chlorhydrique de concentration $C_0 = 1,0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

Par la suite, on a besoin d'utiliser une solution S_1 d'acide chlorhydrique de concentration $C_1 = 0,20 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

Proposer un protocole expérimental permettant de préparer 50,0 mL de solution S_1 à partir de la solution S_0 . Préciser le matériel à utiliser et les précautions de sécurité à respecter.

$$n_0 = n_1$$

$$C_0 V_0 = C_1 V_1$$

$$V_0 = \frac{C_1 V_1}{C_0}$$

$$V_0 = \frac{0,20 \times 50,0}{1,0} = 10,0 \text{ mL}$$

À l'aide de la pipette jaugée, prélever précisément 10,0 mL de la solution mère.

Introduire ce volume de la solution mère dans une fiole jaugée de 50,0 mL.

Ajouter de l'eau distillée dans la fiole jaugée jusqu'au trait de jauge.

Homogénéiser la solution.

Précautions de sécurité à respecter : l'acide chlorhydrique est corrosif, il faut porter une blouse, des lunettes de protections et des gants.

APPEL n°1		
	Appeler le professeur pour lui présenter le protocole expérimental ou en cas de difficulté	

Mettre en œuvre le protocole pour préparer 50,0 mL de solution S_1 . **A faire expérimentalement.**

2. Évolution de la conductivité du milieu réactionnel au cours du temps (30 minutes conseillées)

- Prélever à la pipette jaugée 20,0 mL de solution S_1 de concentration $C_1 = 0,20 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. Verser ce prélèvement dans un bécher. **A faire expérimentalement.**
- Introduire la cellule du conductimètre préalablement étalonné. **A faire expérimentalement.**
- Prélever à la pipette jaugée 20,0 mL de solution S_2 de thiosulfate de sodium de concentration $C_2 = 0,10 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. **A faire expérimentalement.**
- Ajouter cette solution dans le bécher puis déclencher rapidement le chronomètre. **A faire expérimentalement.**
- Mettre en route l'agitation. **A faire expérimentalement.**
- Relever la valeur de conductivité σ du milieu à l'instant $t = 0,5 \text{ min}$ puis à l'instant $t = 1 \text{ min}$. Poursuivre les relevés chaque minute jusqu'à l'instant $t = 15 \text{ min}$. **A faire expérimentalement.**

Attention : Les valeurs mise dans le tableau sont des valeurs simulées. A faire avec les valeurs expérimentales.

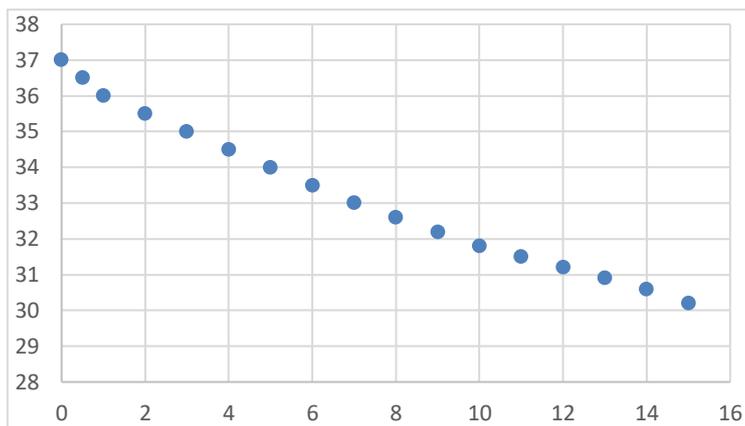
Instant t (en min)	0,5	1	2	3	4	5	6	7
Conductivité σ (en $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$)	37	36,5	36	35,5	35	34,5	34	33,5

Instant t (en min)	8	9	10	11	12	13	14	15
Conductivité σ (en $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$)	32,6	32,2	31,8	31,5	31,2	30,9	30,6	30,2

APPEL n°2		
	Appeler le professeur pour lui présenter les résultats expérimentaux ou en cas de difficulté	

3. Vitesse volumique de disparition de l'ion thiosulfate (20 minutes conseillées)

Reporter les résultats expérimentaux obtenus dans un logiciel tableur-grapheur.



À l'aide de ce logiciel, calculer les valeurs de concentration en quantité de matière en ion thiosulfate $[S_2O_3^{2-}]$ pour chaque mesure de conductivité.

$$[S_2O_3^{2-}] = \frac{C_2 \cdot V_2}{V_{tot}} - \frac{(\sigma_0 - \sigma) \times 10^{-4}}{(\lambda_{S_2O_3^{2-}} + 2 \cdot \lambda_{H^+})}$$

$$[S_2O_3^{2-}] = \frac{0,10 \times 20,0 \times 10^{-3}}{20,0 \times 10^{-3} + 20,0 \times 10^{-3}} - \frac{(36,5 - \sigma) \times 10^{-4}}{(1,748 \times 10^{-2} + 2 \times 3,498 \times 10^{-2})}$$

$$[S_2O_3^{2-}] = 0,05 - \frac{(36,5 - \sigma) \times 10^{-4}}{8,744 \times 10^{-2}}$$

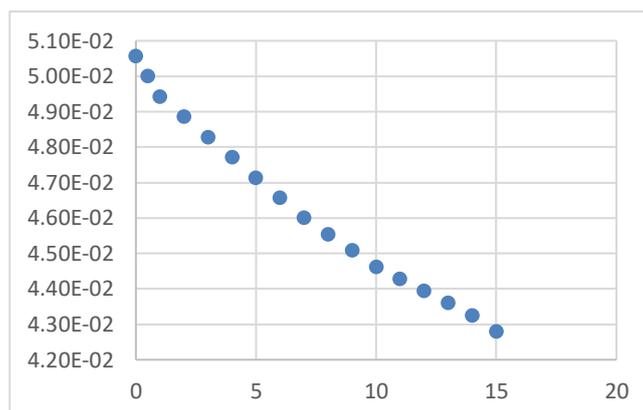
On écrit la formule sur Excel : =0,05-((36,5-B2)*0,0001)/(0,08744) (remarque B2 est la case dans mon tableur, mettre la case correspondant à la conductivité) et ensuite dérouler.

On obtient :

Temps (min)	0	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Conductivité (μS·cm⁻¹)	37	36,5	36	35,5	35	34,5	34	33,5	33	32,6	32,2	31,8	31,5	31,2	30,9	30,6	30,2
Concentration en quantité de matière en ion thiosulfate	5,06E-02	5,00E-02	4,94E-02	4,89E-02	4,83E-02	4,77E-02	4,71E-02	4,66E-02	4,60E-02	4,55E-02	4,51E-02	4,46E-02	4,43E-02	4,39E-02	4,36E-02	4,33E-02	4,28E-02

On fera l'approximation que la valeur de σ_0 est égale à la conductivité σ à l'instant $t = 0,5$ min.

Afficher la courbe représentant l'évolution de la concentration en quantité de matière en ion thiosulfate $[S_2O_3^{2-}]$ au cours du temps.



APPEL n°3		
	<p>Appeler le professeur pour lui présenter la courbe obtenue ou en cas de difficulté</p>	

Déterminer la valeur (en mol·L⁻¹·min⁻¹) de la vitesse volumique de disparition de l'ion thiosulfate S₂O₃²⁻ à l'instant t = 5 min puis à l'instant t = 10 min. Expliquer clairement la démarche suivie.

$$V_{\text{disp, R}} = - \frac{d[R]}{dt}$$

La dérivée se calcul en trouvant le coefficient directeur de la tangente en un point de la courbe.

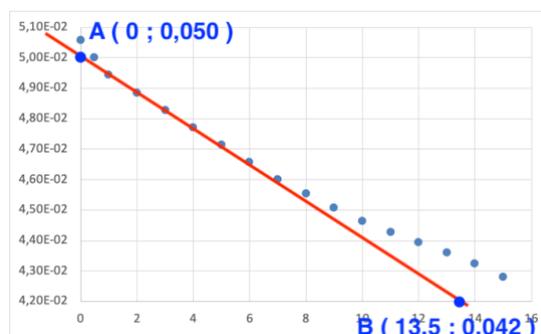
Pour t = 5 min :

$$k = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A}$$

$$k = \frac{4,20 \times 10^{-2} - 5,00 \times 10^{-2}}{13,5 - 0} = -5,9 \times 10^{-4} \text{ mol. L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$V_{\text{disp, R t = 5 min}} = - \frac{d[R]}{dt} = -k$$

$$V_{\text{disp, R t = 5 min}} = 5,9 \times 10^{-4} \text{ mol. L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$



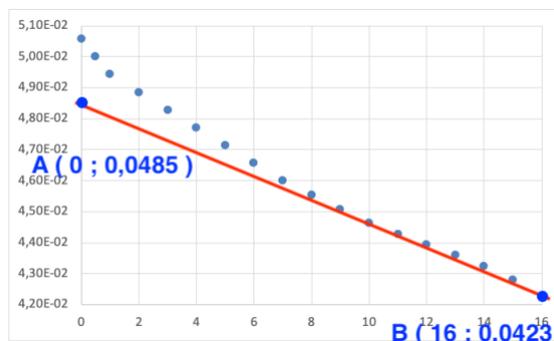
Pour t = 10 min :

$$k = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A}$$

$$k = \frac{4,23 \times 10^{-2} - 4,85 \times 10^{-2}}{16 - 0} = -3,9 \cdot 10^{-3} \text{ mol. L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$V_{\text{disp, R t = 10 min}} = - \frac{d[R]}{dt} = -k$$

$$V_{\text{disp, R t = 10 min}} = 3,9 \times 10^{-4} \text{ mol. L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$



Indiquer comment évolue la vitesse volumique de disparition de l'ion thiosulfate S₂O₃²⁻ au cours du temps. Proposer une explication à cette évolution.

$$V_{\text{disp, R t = 10 min}} < V_{\text{disp, R t = 5 min}}$$

La vitesse volumique de disparition de l'ion thiosulfate diminue au cours du temps, car la concentration en ion thiosulfate décroît à mesure que la réaction progresse.

Défaire le montage et ranger la pailleasse avant de quitter la salle.